

Humanoid Soccer Robot : System Kendali Visual Menggunakan Metode Fuzzy Sebagai Penjejak Objek

Inzar Salfikar^{#1}, Indra Adji Sulistijono, Dr. Eng -1^{#2}, One Setiaji, ST-2^{#3}

[#]Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya

¹inzar@student.eepis-its.edu

²indra@eepis-its.edu

onesetiaji@eepis-its.edu

Abstrak— Kemajuan teknologi yang semakin pesat terutama dalam bidang teknologi robotika telah memasuki berbagai segi kehidupan manusia mulai dari bidang otomatisasi industri, militer, intertainment maupun dalam bidang medis. Humanoid Soccer Robot adalah salah satu bentuk implementasi teknologi dalam bidang robotika yang memiliki kemampuan menirukan salah satu atau beberapa kegiatan manusia seperti bermain sepak bola dan sebagainya. Sensor yang dibutuhkan untuk mewakili suatu indera manusia adalah kamera CMU Cam2 sehingga dibutuhkan suatu sistem kendali secara visual. Pada prinsipnya tujuan dari kendali visual pada Humanoid Soccer Robot ini diterapkan agar robot memiliki kecerdasan dalam mengenali objek berupa bola, pemrosesan gambar yang dilakukan yaitu mendeteksi objek menggunakan metode tracking color yang mana merupakan metode mencocokkan warna yang sesuai dengan bentuk benda apapun serta menentukan titik tengah dari objek yang terdeteksi. Informasi lokasi titik tengah pada objek merupakan informasi navigasi sehingga menghasilkan kondisi – kondisi yang direspon oleh robot dengan cara bergerak ke arah objek tersebut. Penerapan metode fuzzy dalam robot dilakukan agar respon yang diambil robot lebih sesuai dengan kondisi yang terjadi pada sensor (kamera).

Kata kunci : CMU Cam2, Visual, tracking, robot, humanoid, fuzzy.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan robotika saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat pesat, salah satunya pada bidang olahraga yang mana robot kini mampu bermain sepak bola layaknya seorang manusia. Dengan mengacu pada pertandingan yang disebut dengan “Robo Cup 2009” maka muncul ide untuk mengimplementasikan metode *tracking object* pada robot berbentuk manusia agar bisa mengenali bola yang akan diikuti seperti permainan sepak bola pada umumnya.

System kendali visual ini akan memberikan informasi mengenai apa yang sedang dihadapi robot pada saat dijalankan. Informasi tersebut berupa kondisi – kondisi posisi bola pada *pixel* kamera yang dikelompokkan menjadi kondisi

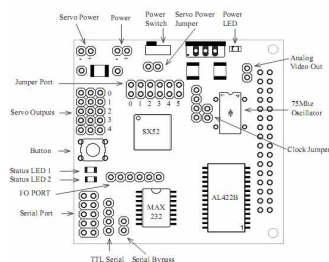
jauh, dekat, kiri, dan kanan. Dengan memanfaatkan informasi yang didapat dari kamera CMUcam maka dilakukanlah suatu pergerakan menuju posisi bola dengan pergerakan yang diatur tergantung dari kondisi yang ditangkap kamera yang mana telah dikalkulasi terlebih dahulu menjadi sebuah data pergerakan dan kemudian ditambahkan pada aktuator yang digunakan pada robot. Poin utama dari kendali visualnya sendiri adalah untuk mengetahui posisi objek bola dalam *pixel* kamera dan menanggapi kondisi tersebut dengan respon pergerakan.

II. TEORI PENUNJANG

CMU Cam adalah sebuah sensor visual yang mampu melakukan pengolahan suatu citra digital. Dengan menggunakan vision sensor ini maka dapat dengan mudah melakukan beberapa hal seperti penjejak objek dan lain sebagainya. Bentuk fisik dari CMU cam itu sendiri adalah.



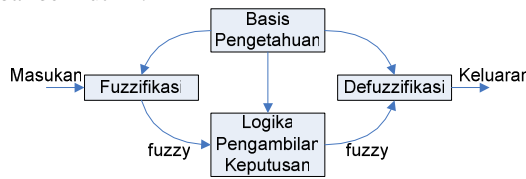
Gambar 2.1 Cmu Cam2[8]



Gambar 2.2 Papan rangkainya Cmu Cam2[21]

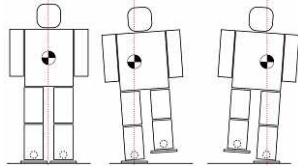
Sensor diatas adalah sensor yang akan digunakan dalam melakukan *tracking color* untuk mengetahui keberadaan objek dan mendefinisikannya menjadi suatu posisi – posisi dalam bidang tangkapan kamera.

Dari data lokasi posisi objek yang berada pada pixel kamera akan dilakukan fuzzifikasi dari input koordinat "mx" dan "my". Struktur dasar kontrol logika fuzzy adalah seperti gambar berikut ini.



Gambar 2.3 Struktur dasar kontrol logika fuzzy

Dari inputan lokasi kamera akan dilakukan proses fuzzifikasi dengan menggunakan beberapa peraturan dimana jika lokasi terdeteksi bagian kanan maka robot akan bergerak kekanan dengan lebar gerakan yang dihasilkan dari output perhitungan. Berikut ini adalah cara berjalan robot menggunakan metode ZMP (Zero Moment Point).



Gambar 2.4 Representasi ZMP [15]

Zero Moment Point didefinisikan sebagai titik singgung yang bertepatan / berdekatan dengan lantai / tanah dimana jumlah dari seluruh gaya yang aktif adalah sama dengan nol [15]. Dalam perhitungannya digunakan rumus sebagai berikut.

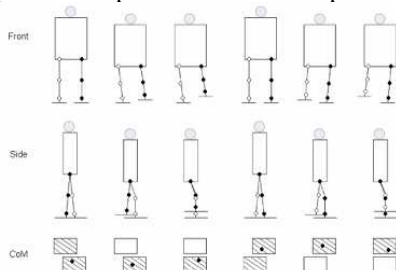
$$X_{zmp} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i (\ddot{Z}_i + g_z) X_i - \sum_{i=1}^n m_i (\ddot{X}_i + g_x) Z_i}{\sum_{i=1}^n m_i (\ddot{Z}_i + g_z)} \quad (2.1)$$

Sumber : Fuzzy Walking and Turning Tap Movement for Humanoid Soccer Robot EFuRIO [15]

$$y_{zmp} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i (\ddot{Z}_i + g_z) y_i - \sum_{i=1}^n m_i (\ddot{Y}_i + g_y) Z_i}{\sum_{i=1}^n m_i (\ddot{Z}_i + g_z)} \quad (2.2)$$

Sumber : Fuzzy Walking and Turning Tap Movement for Humanoid Soccer Robot EFuRIO [15]

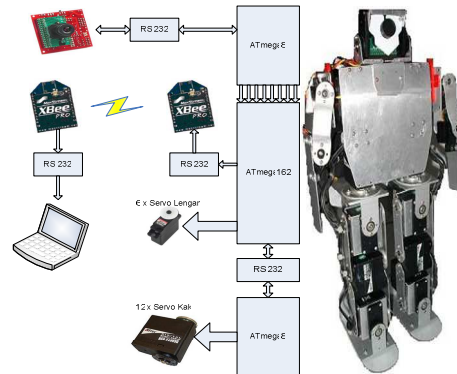
Gerakan berjalan dikatakan stabil dan dinamis bila pusat tekanan (CoP : Center of Pressure) masih terdapat di dalam supporting area. Enamp fase berjalan dari gaya berjalan Humanoid Soccer Robot tampak pada gambar berikut ini beserta pendekatan posisi CoM dari setiap fase [16].



Gambar 2.5 Gerakan berjalan [16]

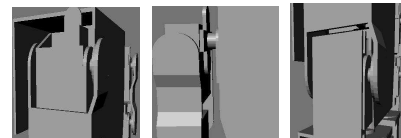
III. PERANCANGAN SYSTEM

Secara umum gambaran sederhana dari sistem kerja pada Humanoid Soccer Robot Menggunakan metode Fuzzy sebagai penjejak objek ini adalah seperti ditunjukkan pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Perencanaan system

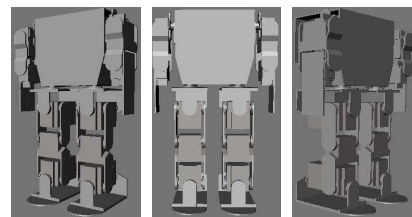
Perencanaan system elektronik diatas adalah perancangan keseluruhan mulai dari pengambilan data sampai behaviour base control. Perhatikan gambar berikut ini yang di gambar sebelumnya menggunakan softwar "BLENDER" pada posisi DOF robot.



Gambar 3.2 Posisi DOF pada lengan



Gambar 3.3 Posisi DOF pada kaki

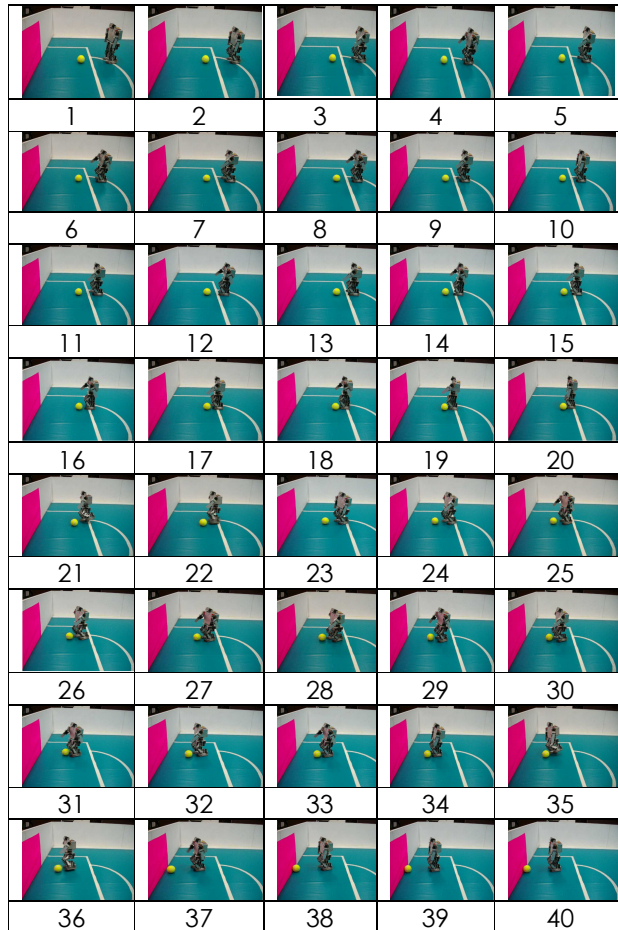


Gambar 3.4 Bentuk rancangan robot

Pada bagian lengan terdapat 6 buah motor servo sehingga untuk sebelah lengan saja memiliki 3 buah motor servo dengan 2 buah motor berdempetan di bagian bahu untuk pergerakan yang lebih luasa. Sedangkan pada bagian kaki terdapat 12 motor servo yang memiliki 2 tumpuan join bahagian engkel dan bagian paha agar robot bisa bergerak bebas seperti manusia.

IV. PENGUJIAN

Pada tahap pengujian dilakukan banyak pengujian mulai dari komunikasi paralel antar mikrokontroller dan komunikasi serial antar mikrokontroller. Setiap pengujian dilakukan secara bertahap samapi didapat kondisi hardware yang benar dan dilakukan pengujian pendeteksian objek oleh robot dan berjalan menuju objek tersebut.. Berikut ini adalah gambar – gambar potongan frame dari video hasil percobaan.



Gambar 4.1 Pergerakan robot

Pergerakan diatas dilakukan dengan cara mentracking warna dan robot segera bergerak ke aposisi bola pada saat bola atau objek yang di deteksi tertangkap oleh kamera. Posisi lokasi pada pixel kamera akan menavigasi robot menuju arah tersebut dengan menggunakan metode fuzzy sehingga keputusan yang dipilih menjadi lebih akurat dan lebih tepat dibandingkan dengan menggunakan penalaran biasa yang diwakilkan oleh kondisi-kondisi biasa saja.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan sampai dengan pengujian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil ujicoba pergerakan robot yang dilakukan telah membuktikan bahwa robot mampu berjalan menuju objek (bola) dengan baik. Hal ini telah menunjukkan bahwa program dan semua perangkat yang ada pada robot telah berhasil di integrasikan dan mencapai target yang diinginkan yaitu “berjalan menuju objek bola yang di *tracking*”.
2. Hasil penerapan metode *Tracking Color* yang telah dibuat untuk mendeteksi objek pada sistem kendali visual ini menunjukkan bahwa setiap perbedaan penerangan bisa menyebabkan kombinasi warna RGB menjadi berubah pula.
3. Pada penerapan kendali visual menggunakan metode fuzzy ini dilakukan pembagian resolusi kamera menjadi beberapa lokasi sehingga terdapat kelompok lokasi jauh, dekat, kanan dekat, kiri dekat, kanan jauh, dan kiri jauh dalam area yang masih di jangkau oleh pandangan robot.
4. *Setpoint* pada *tracking* ini berupa posisi tengah sehingga *error* terjadi jika bola berada pada lokasi samping sehingga dibutuhkan pengolahan untuk menggerakkan robot menuju posisi tengah.
5. Pengkondisian dan pembagian lokasi yang menjadi variabel – variabel pada logika fuzzy adalah berupa koordinat “x” dan “y” yang berupa perwakilan dari paket data yang disebut dengan nama “Mx” dan “My”.
6. Kehilangan objek yang sedang di *tracking* akan menggerakkan robot dengan sedikit mengingat berupa nilai pada sebuah variabel yang akan menjadi arah gerakan robot berikutnya dengan posisi terakhir yang terdeteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] CodeVisionAVR, help.
- [2] Datasheet ATmega162.
- [3] Datasheet ATmega8.
- [4] Datasheet max232.
- [5] Hermawan, Andi. *Algoritma Pencari Objek Untuk Robot Anjing Pelacak*. Tugas Akhir : T. Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya; 2006.
- [6] <http://www.digitdude.com>
Diakses tanggal 07 Juli 2009
- [7] <http://www.robocup2009.org/>
Diakses tanggal 07 Juli 2009
- [8] <http://www.cs.cmu.edu/~cmucam2/>
Diakses tanggal 15 Januari 2010
- [9] <http://pdfdatabase.com/xbee-pro-tutorial.html>
Diakses tanggal 07 Maret 2010
- [10] <http://www.lynxmotion.com/>
Diakses tanggal 10 Juli 2010
- [11] http://www.societyofrobots.com/actuators_servos.shtml
Diakses tanggal 10 Juli 2010
- [12] http://techpubs.sgi.com/library/tpl/cgi-bin/getdoc.cgi?coll=hdwr&db=bks&fname=/SGI_EndUser/3900_UG/apa.html
Diakses tanggal 10 Juli 2010
- [13] <http://www.texample.net/tikz/examples/rgb-color-mixing/>
Diakses tanggal 02 Agustus 2010
- [14] http://www.dma.fi.upm.es/java/fuzzy/fuzzyinf/main_en.htm
Diakses tanggal 01 Agustus 2010
- [15] Indra Adji Sulistijono, One Setiaji, Inzar Salfikar, Naoyuki Kubota., "Fuzzy Walking and Turning Tap Movement for Humanoid Soccer Robot EFuRIO", WCCI 2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence, Barcelona, Spain, July, 18 – 23, 2010.
- [16] Indra Adji Sulistijono, One Setiaji, Inzar Salfikar, M Nur Aziz., "Kendali Keseimbangan Pada Humanoid Soccer Robot", EEPIS, Surabaya, 2010.
- [17] Maeda, Y. Kuswadi, Son. M, Nuh. Sulistyo MB. Kontrol Automatik. Politeknik Elektronika Surabaya; 1993.
- [18] Ogata, Katsuhiko. Teknik Kontrol Automatik. Jilid I edisi kedua – Jakarta. Erlangga : 1996.
- [19] Pitowarno, Endra. (2006). Robotika : Desain, Kontrol, Dan Kecerdasan Buatan. ANDI. Yogyakarta.
- [20] Sri Kusumadewi, Hari Purnomo. Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan. Graha Ilmu:2004. Yogyakarta.
- [21] User Manual CMU CAM2.
- [22] 2009 Robo Cup Soccer Humanoid League Rules and Setup Book.